

(51) Int. Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 M 8/02	S	9444-4K		
	B	9444-4K		
	H	9444-4K		
	T	9444-4K		
8/14		9444-4K		
審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 20 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平6-7516

(22) 出願日 平成6年(1994)1月27日

(71) 出願人 000156938

関西電力株式会社

大阪府大阪市北区中之島3丁目3番22号

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 楠 啓

大阪市北区中之島3丁目3番22号 関西電力株式会社内

(72) 発明者 大槻 実治

大阪市北区中之島3丁目3番22号 関西電力株式会社内

(74) 代理人 弁理士 高田 守

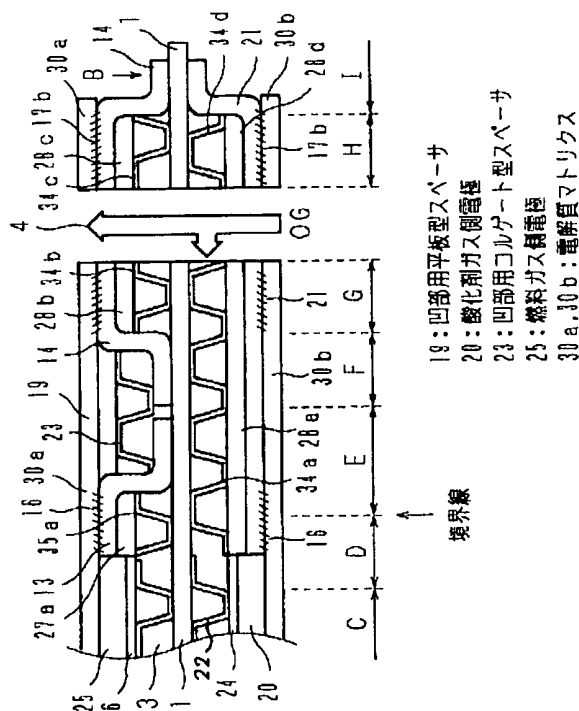
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池、そのバイポーラ板、およびバイポーラ板の製造方法

(57) 【要約】

【目的】 長期間安定したガスシール性を有する燃料電池を提供する。

【構成】 バイポーラ板は、燃料電極25側では電極周囲シール部16と燃料ガスマニホールド周囲のシール部17bとが同一面でつながっていると共に、電極周囲シール部と酸化剤ガスマニホールド4周囲のシール部は凹部19、23により分離されており、かつ、酸化剤電極20側では電極周囲シール部と酸化剤ガスマニホールド周囲のシール部とが同一面でつながっていると共に、電極周囲シール部と燃料ガスマニホールド周囲のシール部とは凹部により分離されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 電解質マトリクスを燃料電極および酸化剤電極で挟み、燃料電極に対向する燃料流路および酸化剤電極に対向する酸化剤流路にそれぞれ燃料ガスおよび酸化剤ガスを流通させて発電する単電池を、バイポーラ板を介して複数積層して成る積層電池、並びに上記積層電池内で隣接する単電池に連通した孔で構成され上記燃料ガス流路および酸化剤ガス流路に燃料ガスおよび酸化剤ガスをそれぞれ供給、排出するための燃料ガス給排マニホールドおよび酸化剤ガス給排マニホールドを備え、
10 上記電極周囲と上記マニホールド周囲の各々の層間にガスのシールを施す内部マニホールド方式の溶融炭酸塩型燃料電池において、上記バイポーラ板は、上記燃料電極側では電極周囲シール部と燃料ガスマニホールド周囲のシール部とが同一面でつながっていると共に、電極周囲シール部と酸化剤ガスマニホールド周囲のシール部は凹部により分離されており、かつ、上記酸化剤電極側では電極周囲シール部と酸化剤ガスマニホールド周囲のシール部とが同一面でつながっていると共に、電極周囲シール部と燃料ガスマニホールド周囲のシール部とは凹部により分離されていることを特徴とする内部マニホールド方式溶融炭酸塩型燃料電池。

【請求項2】 凹部の空間は外部の雰囲気ガスに連通していることを特徴とする請求項1記載の内部マニホールド方式溶融炭酸塩型燃料電池。

【請求項3】 電解質マトリクスは、電極部およびその周囲のシール部に対向する電極部分マトリクスと、マニホールド周囲のシール部に対向するマニホールド部分マトリクスとに、上記凹部で分割されていることを特徴とする請求項1または2記載の内部マニホールド方式溶融炭酸塩型燃料電池。

【請求項4】 凹部に電解質流通機構を設け、電極部分マトリクスに保持される電解質と、マニホールド部分マトリクスに保持される電解質とが相互に両マトリクス間を流通可能であるように構成したことを特徴とする請求項3記載の内部マニホールド方式溶融炭酸塩型燃料電池。

【請求項5】 凹部の空間にスペーサを配置し、上記空間部分にスペーサを介して積層方向に面圧が印加されるように構成したことを特徴とする請求項1ないし4の何れかに記載の内部マニホールド方式溶融炭酸塩型燃料電池。

【請求項6】 スペーサとしては、電解質マトリクス、酸化剤電極、孔空き板、およびコルゲート板のうち少なくとも1種を用いることを特徴とする請求項5記載の内部マニホールド方式溶融炭酸塩型燃料電池。

【請求項7】 凹部の空間に電解質を保持し、上記電解質を電解質マトリクスに供給するように構成したことを特徴とする請求項1ないし6の何れかに記載の内部マニホールド方式溶融炭酸塩型燃料電池。

【請求項8】 バイポーラ板は、電極との対向部において燃料ガスと酸化剤ガスを積層方向で分離する平板状のバイポーラ板基板の両面に、電極周囲シール部並びに燃料および酸化剤ガスの給配のすべてのガスマニホールド周囲のシール部を一体物で構成した一体型ソフトフレームをそれぞれ接合して構成したものであることを特徴とする請求項1記載の内部マニホールド方式溶融炭酸塩型燃料電池。

【請求項9】 バイポーラ板は、電極との対向部において燃料ガスと酸化剤ガスを積層方向で分離する平板状のバイポーラ板基板と、上記バイポーラ板基板の燃料電極側にそれぞれ接合され、電極面周囲シール部分と燃料ガスマニホールド周囲のシール部分を一体物で構成する枠状の燃料ガス用一体型ソフトフレームおよび酸化剤ガスマニホールド周囲のシール部分を構成する枠状のマニホールド用ソフトフレームと、上記バイポーラ板基板の酸化剤電極側にそれぞれ接合され、電極面周囲シール部分と酸化剤ガスマニホールド周囲のシール部分を一体物で構成する枠状の酸化剤ガス用一体型ソフトフレームおよび燃料ガスマニホールド周囲のシール部分を構成する枠状のマニホールド用ソフトフレームとを備えたことを特徴とする請求項1記載の内部マニホールド方式溶融炭酸塩型燃料電池。

【請求項10】 平板を絞り加工して請求項8または9に記載の所定形状のソフトフレームを得る工程、上記ソフトフレームの少なくとも電極周囲のシール部にアルミニウムを拡散処理して電解質に対する防食層を得る工程、および上記ソフトフレームを請求項8または9に記載のバイポーラ板基板と接合する工程を順に施すことを特徴とする内部マニホールド方式溶融炭酸塩型燃料電池のバイポーラ板の製造方法。

【請求項11】 電解質マトリクスを燃料電極および酸化剤電極で挟み、燃料電極に対向する燃料流路および酸化剤電極に対向する酸化剤流路にそれぞれ燃料ガスおよび酸化剤ガスを流通させて発電する単電池を、バイポーラ板を介して複数積層して成る燃料電池において、上記バイポーラ板は、上記電極との対向部において燃料ガスと酸化剤ガスを積層方向で分離する平板状のバイポーラ板基板、およびこのバイポーラ板基板の両面に接合され少なくとも電極周囲のシール部分を形成するシールフレームを備え、上記シールフレームはバイポーラ板基板と面接触する部分において複数の接合線により接合されていることを特徴とする燃料電池。

【請求項12】 複数の接合線は相互に交差していることを特徴とする請求項11記載の燃料電池。

【請求項13】 電解質マトリクスを燃料電極および酸化剤電極で挟み、燃料電極に対向する燃料流路および酸化剤電極に対向する酸化剤流路にそれぞれ燃料ガスおよび酸化剤ガスを流通させて発電する単電池を、バイポーラ板を介して複数積層して成る溶融炭酸塩型燃料電池に

において、上記バイポーラ板は、上記電極との対向部において燃料ガスと酸化剤ガスを積層方向で分離する平板状のバイポーラ板基板、およびこのバイポーラ板基板の両面に接合され少なくとも電極周囲のシール部分を形成するシールフレームを備えと共に、上記バイポーラ板基板は燃料ガス雰囲気と接する領域の表面に耐食層を有しており、上記バイポーラ板基板の耐食層における上記シールフレームの接合は、上記シールフレームがバイポーラ板基板の耐食層と面接触する部分において行われ、かつその接合部分の接合材料の溶け込みは上記耐食層を貫

10 いていることを特徴とする熔融炭酸塩型燃料電池。

【請求項14】 電解質マトリクスを燃料電極および酸化剤電極で挟み、燃料電極に対向する燃料流路および酸化剤電極に対向する酸化剤流路にそれぞれ燃料ガスおよび酸化剤ガスを流通させて発電する単電池を、バイポーラ板を介して複数積層して成る積層電池、並びに上記燃料ガス流路および酸化剤ガス流路に燃料ガスおよび酸化剤ガスをそれぞれ供給、排出する燃料ガス給排マニホールドおよび酸化剤ガス給排マニホールドを備える燃料電池において、上記燃料電極部に隣接する燃料側シール部と、上記燃料側シール部に電解質マトリクスを介し相対して設けられ上記酸化剤電極部に隣接する酸化剤側シール部との位置関係において、各シール部とこれらのシール部に隣接する各電極との間の各境界線は、上記電解質マトリクス平面においてずれていることを特徴とする燃料電池。

【請求項15】 燃料ガス給排マニホールドおよび酸化剤ガス給排マニホールドは、積層電池内で隣接する単電池に連通した孔で構成される内部マニホールドであることを特徴とする請求項14記載の燃料電池。

【請求項16】 燃料電極部に隣接する燃料側シール部の幅を、上記燃料側シール部に電解質マトリクスを介し相対して設けられた酸化剤電極部に隣接する酸化剤側シール部の幅より大きくしたことを特徴とする請求項14または15記載の燃料電池。

【請求項17】 電解質保持材に電解質を保持する電解質マトリクスを燃料電極および酸化剤電極で挟み、燃料電極に対向する燃料流路および酸化剤電極に対向する酸化剤流路にそれぞれ燃料ガスおよび酸化剤ガスを流通させて発電する単電池を、バイポーラ板を介して複数積層して成る積層電池、並びに上記積層電池内で隣接する単電池に連通した孔で構成され、上記燃料ガス流路および酸化剤ガス流路に燃料ガスおよび酸化剤ガスをそれぞれ供給、排出するための燃料ガス給排マニホールドおよび酸化剤ガス給排マニホールドを備え、上記バイポーラ板は、電極との対向部において燃料ガスと酸化剤ガスを積層方向で分離するバイポーラ板基板の両側に配置され電極周囲およびマニホールド周囲のシール部分を形成するソフトフレームを有する内部マニホールド方式の熔融炭酸塩型燃料電池において、上記マニホールド周囲のシール

ル部分は多孔性ガスケット材料および上記ソフトフレームの内部に保持され燃料電池の動作温度において液状となり上記多孔性ガスケット材料内部の空隙に保持される電解質よりなることを特徴とする内部マニホールド方式の熔融炭酸塩型燃料電池。

【請求項18】 多孔性ガスケット材料は、電解質保持材と同じ材料よりなることを特徴とする請求項17記載の内部マニホールド方式の熔融炭酸塩型燃料電池。

【請求項19】 電解質マトリクスは電極部およびその周囲のシール部に対向して配置され、マニホールド周囲のシール部には電解質を含まないマニホールドガスケット材料が対向して配置されていることを特徴とする請求項1記載の内部マニホールド方式の熔融炭酸塩型燃料電池。

【請求項20】 マニホールドガスケット材料は、多孔性ガスケット材料および燃料電池の動作温度において液状となり上記多孔性ガスケット材料の内部の空隙に保持されるウェットシール物質よりなることを特徴とする請求項19記載の内部マニホールド方式の熔融炭酸塩型燃料電池。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、燃料電池に関し、主としてバイポーラ板構造、およびその製造方法等に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図11は、例えば特開昭62-208559号公報に示された従来の燃料電池バイポーラ板（上記公報ではセパレータ板と言う）の表面側を分離した状態を示す斜視図である。図において、1はバイポーラ板基板であり、燃料ガスと酸化剤ガスを積層方向で分離している。2aはガスの層間シールと燃料供給排出マニホールドを形成するシール部ハードフレームA（上記公報ではディスタンスピースと言う）、2bは同じくガスの層間シールを形成するハードフレームB（上記公報ではマスクと言う）、3はハードフレームA2aの内部のくり抜き部8に構成する燃料流路を確保するためのコルゲート板、4は空気供給マニホールド、5は燃料供給マニホールド、6は空気排出マニホールド、7は燃料排出マニホールド、9はハードフレームB2b内部のくり抜き部であり、この中には、電極（図示せず）が挿入されることになる。さらにその上にバイポーラ板基板1と同形の電解質マトリクスが積層され、その上からは、マトリクスを中心に上下対称になるようにハードフレームB2b、コルゲート板3、ハードフレームA2a、バイポーラ板基板1がそれぞれ積層されるが、ハードフレームA2aに相当するハードフレームは、空気供給マニホールド4と空気排出マニホールド6がくり抜き部8に連通し、逆に燃料供給マニホールド5と燃料排出マニホールド7がくり抜き部8と遮断されることになる。この繰り

返して必要な単電池（セル）数が積層され、上下から適当な面圧が印加される。

【0003】図12は図11において断面A-A（電極面周囲のガスシール部分）を燃料電池積層状態において拡大して見たものである。図において、20は酸化剤ガス側電極、22は酸化剤ガス用コルゲート板、24は酸化剤ガス側集電板、25は燃料ガス側電極、26は燃料ガス側集電板、30は電解質マトリクスである。

【0004】次に、作用について説明する。燃料ガスはバイポーラ板基板1、ハードフレームA2a、ハードフレームB2bを上下に貫通している燃料ガス供給孔5からくり抜き部8に供給され、電池反応を行いながらコルゲート板3の中を通り、燃料ガス排出孔7に導かれる。一方、酸化剤ガスは、同様に上下に貫通している酸化剤ガス供給孔4からマトリクス30を介して燃料ガスと反対側セル流路を通り、電池反応に寄与して、酸化剤ガス排出孔6に導かれる。

【0005】なお、従来の燃料電池バイポーラ板の構造においては、電極面周囲のガスシール部分とマニホールドのガスシール部分とが同一平面上で隣接して設けられ

ガスシール部分の高さ=ソフトフレーム2aの厚み

+ソフトフレーム2bの厚み

式-1

アクティブエリア部分の高さ=コルゲート板の厚み+集電板の厚み

+電極の厚み 式-2

【0007】

【発明が解決しようとする課題】従来の燃料電池バイポーラ板は、上記のような部材構成、および作用であるため、バイポーラ板基板1、ハードフレームA2a、ハードフレームB2bの厚み精度、表面粗さ、歪みなどによっては、層間に隙間が生じ、ガスもれが起こる恐れがあった。さらに、シール部がハードフレームであるため、上下から印加している面圧に、電極反応面と、シール部とで偏荷重が生じ、さらに、燃料ガス供給孔5、燃料ガス排出孔7、および酸化剤ガス供給マニホールド4、酸化剤ガス排出マニホールド6が金属部材であるバイポーラ板基板1、ハードフレームA2a、ハードフレームB2bを介して接し、ハードフレームB2bの上に積層される電解質マトリクス30からしみ出る電解質で、上記マニホールドシール表面が濡れ易い構造であるため、上記マニホールドシール表面で短絡電池が、発生しやすくなり、長期間高出力で安定した運転が行えないなどの問題があった。

【0008】また、従来の燃料電池バイポーラ板はシール部がハードフレームであるため、マニホールドのガスシール部分に必要な十分な量の電解質をガスシール部分の電解質マトリクス30に近接して保持することが難しく、アクティブエリアの電解質マトリクス30より供給することが必要であった。そのためアクティブエリアの電解質マトリクス30および電極部分に保持された電解質を、アクティブエリアおよびガスシール部分の電解質

*ていたため、マニホールドのガスシール部分のガスケットにもアクティブエリアと同様に電解質を充填した電解質マトリクス30が用いられていた。即ち、上記実施例では電解質マトリクス30はハードフレームB2bの外形と同じ大きさのものをを用い、電解質マトリクス30はマニホールド周囲のシール部のガスケット材料としても機能している。電解質マトリクス30は、多孔性の電解質保持材の空隙に液状の電解質が保持され、ガスシール機能を発揮する。マニホールドガスシール部分の電解質マトリクスは、両側を金属材料よりなるハードフレーム2bにより直接挟まれており、近接する部分に電解質の供給源が無い。このため電解質は、アクティブエリアの電解質マトリクスよりマトリクス内部を浸透し、マニホールド部分の電解質マトリクスに供給される。

【0006】図12の例においては、ハードフレーム2a、2bは電解質マトリクス30とともに電極面周囲のガスシールを形成しており、ガスシール部分とアクティブエリア部分との高さ（各々式1、2参照）を実質的にほぼ同一に設計し、電解質マトリクス30の両者境界線におけるクラック発生を防いでいる。

マトリクス30において共用することとなった。その結果、アクティブエリアに初期に過剰の電解質を保持せざるを得ず、電池の初期特性を損なう、また、アクティブエリアで利用可能な電解質量が限定され、寿命が短くなる、アクティブエリアからガスシール部分へ電解質マトリクス30を介して電解質が移動する必要があり、電池の昇温初期において好ましい迅速な電解質の充填・ガスシール性の発揮が難しい、という問題点があった。

【0009】また、従来のバイポーラ構造ではマニホールドガスシール部分と電極面周囲のガスシール部分とが近接していたため、電極面周囲のガスシール部分からしみだした電解質による反応・腐食の恐れのため、汎用のガスケット材料（シリカ、アルミナ、タルク等を主成分）をマニホールドのガスシール部分のガスケットとして用いることが難しかった。その結果、電気化学的および材料腐食の面で反応性の高い電解質を含む電解質マトリクス30をガスケットとして用いざるを得ず、電気化学的反応の結果電解質が電池積層電池の他の部分に移動しウエットシール性が損なわれる、ガスケット周囲の材料を腐食する等、長期的なガスシール性の安定性の面で問題があった。

【0010】またガスシール部分において、ガスシール部分とアクティブエリア部分とで高さに差が生じ易い傾向にあり、高さをほぼ同一にすることは実質的にきわめて難しかった。その理由の一つは、バイポーラ板の部材1、2a、2bおよび電極20、25、集電板24、2

6、コルゲート板3、22等の製造において、各部材に製造上の公差（例えば $\pm 0.02 \sim 0.06$ mm程度）が必要であり、その集積として、ガスシール部分とアクティブエリア部分とで高さを同一にすることは、コスト面、技術面できわめて難しい。また、他の一つは、電極20、25は経時的に厚みが変化し易い（たとえば、燃料電極25は代表的条件では $10 \sim 20 \mu / 10000$ h程度の厚み縮小）傾向にあり、経時変化も含めて両部分の高さを同一にするということは、現実的、技術的に難しい。このような不可避的に生じる高さの断差が、ガスシール部分とアクティブエリア部分との境界線上で、マトリクス30を介して燃料ガス側および酸化ガス側両側に存在するため、同境界線に沿ったマトリクス30にクラックが発生し燃料ガスと酸化ガスとが混合し易いという問題点があった。

【0011】次にガスシール部分とアクティブエリア部分での面圧の不均等を解消するための他の従来例について説明する。図13は特開平2-75162号公報に示されているバイポーラ板基板1上のソフトフレームが電極面周囲とマニホールド周囲とも一体的に構成されてシール面を形成している従来の燃料電池バイポーラ板を一部切り欠いた斜視図である。図において、1はバイポーラ板基板、4は酸化剤ガス供給マニホールド（供給孔）、5は燃料ガス供給マニホールド、6は酸化剤ガス排出マニホールド、7は燃料ガス排出マニホールドであり、電池反応面12に燃料ガスを供給する燃料側は、燃料ガス供給マニホールド5および燃料ガス排出マニホールド7の外側にのみガスを遮断する外側ソフトフレーム10が付いており、バイポーラ板基板1の電池反応面12と反対側には、外側ソフトフレーム10とともに、燃料ガスを電池反応面に供給しないために、内側ソフトフレーム11が備わっている。

【0012】本構造のバイポーラ板では、ソフトフレーム内に、電池反応面と同じ部材を挿入するため、ソフトフレーム表面のシール部と電池反応面とで面圧の不均等は起きなくなる。しかし、内側ソフトフレーム11によって、燃料ガスと酸化剤ガスが仕切られるため、シール部から染みだした電解質が作用し、局部電池が発生し、ソフトフレームの腐食を促進することになる。さらに、構造面からも、バイポーラ板基板1と内側ソフトフレーム11および外側ソフトフレーム10の3部材をそれぞれ溶接する必要があるため、加工が難しく、コストが高くつくという問題点があった。

【0013】この発明の第1の目的は、長期間安定したガスシール性を有する燃料電池を提供することである。また、第2の目的は、電極部とシール部で、面圧を均等に分配することである。また、第3の目的は、電解質による腐食を抑えることである。また、第4の目的は、バイポーラ板を形成する溶接部分の信頼性を改善することである。また、第5の目的は、マニホールドガスシール

部分にガスケットとして用いられる電解質マトリクスに電解質の供給を容易に行えるようにすることである。また、第6の目的は、部材の製造または性状の上で現実的に不可避な部材の寸法の公差を許容しながら、電解質マトリクスのクラック発生を抑制し、長期間安定したガスシール性を有する燃料電池を得ることである。

【0014】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明に関わる内部マニホールド方式溶融炭酸塩型燃料電池は、電解質マトリクスを燃料電極および酸化剤電極で挟み、燃料電極に対向する燃料流路および酸化剤電極に対向する酸化剤流路にそれぞれ燃料ガスおよび酸化剤ガスを流通させて発電する単電池を、バイポーラ板を介して複数積層して成る積層電池、並びに上記積層電池内で隣接する単電池に連通した孔で構成され上記燃料ガス流路および酸化剤ガス流路に燃料ガスおよび酸化剤ガスをそれぞれ供給、排出するための燃料ガス給排マニホールドおよび酸化剤ガス給排マニホールドを備え、上記電極周囲と上記マニホールド周囲の各々の層間にガスのシールを施す内部マニホールド方式の溶融炭酸塩型燃料電池において、上記バイポーラ板は、上記燃料電極側では電極周囲シール部と燃料ガスマニホールド周囲のシール部とが同一面でつながっていると共に、電極周囲シール部と酸化剤ガスマニホールド周囲のシール部は凹部により分離されており、かつ、上記酸化剤電極側では電極周囲シール部と酸化剤ガスマニホールド周囲のシール部とが同一面でつながっていると共に、電極周囲シール部と燃料ガスマニホールド周囲のシール部とは凹部により分離されていることを特徴とするものである。

【0015】請求項2記載の発明に係わる内部マニホールド方式溶融炭酸塩型燃料電池は、請求項1記載のものにおいて、凹部の空間は外部の雰囲気ガスに連通しているものである。

【0016】請求項3記載の発明に係わる内部マニホールド方式溶融炭酸塩型燃料電池は、請求項1または2記載のものにおいて、電解質マトリクスは、電極部およびその周囲のシール部に対向する電極部分マトリクスと、マニホールド周囲のシール部に対向するマニホールド部分マトリクスとに、上記凹部で分割されているものである。

【0017】請求項4記載の発明に係わる内部マニホールド方式溶融炭酸塩型燃料電池は、請求項3記載のものにおいて、凹部に電解質流通機構を設け、電極部分マトリクスに保持される電解質と、マニホールド部分マトリクスに保持される電解質とが相互に両マトリクス間を流通可能であるように構成したものである。

【0018】請求項5記載の発明に係わる内部マニホールド方式溶融炭酸塩型燃料電池は、請求項1ないし4の何れかに記載のものにおいて、凹部の空間にスペーサを配置し、上記空間部分にスペーサを介して積層方向に面

圧が印加されるように構成したものである。

【0019】請求項6記載の発明に係わる内部マニホールド方式熔融炭酸塩型燃料電池は、請求項5記載のものにおいて、スペーサとしては、電解質マトリクス、酸化剤電極、孔空き板、およびコルゲート板のうち少なくとも1種を用いるものである。

【0020】請求項7記載の発明に係わる内部マニホールド方式熔融炭酸塩型燃料電池は、請求項1ないし6の何れかに記載のものにおいて、凹部の空間に電解質を保持し、上記電解質を電解質マトリクスに供給するように構成したものである。

【0021】請求項8記載の発明に係わる内部マニホールド方式熔融炭酸塩型燃料電池は、請求項1記載のものにおいて、バイポーラ板は、電極との対向部において燃料ガスと酸化剤ガスを積層方向で分離する平板状のバイポーラ板基板の両面に、電極周囲シール部並びに燃料および酸化剤ガスの給配のすべてのガスマニホールド周囲のシール部を一体物で構成した一体型ソフトフレームを接合して構成したものである。

【0022】請求項9記載の発明に係わる内部マニホールド方式熔融炭酸塩型燃料電池は、請求項1記載のものにおいて、バイポーラ板は、電極との対向部において燃料ガスと酸化剤ガスを積層方向で分離する平板状のバイポーラ板基板と、上記バイポーラ板基板の燃料電極側にそれぞれ接合され、電極面周囲シール部分と燃料ガスマニホールド周囲のシール部分を一体物で構成する枠状の燃料ガス用一体型ソフトフレームおよび酸化剤ガスマニホールド周囲のシール部分を構成する枠状のマニホールド用ソフトフレームと、上記バイポーラ板基板の酸化剤電極側にそれぞれ接合され、電極面周囲シール部分と酸化剤ガスマニホールド周囲のシール部分を一体物で構成する枠状の酸化剤ガス用一体型ソフトフレームおよび燃料ガスマニホールド周囲のシール部分を構成する枠状のマニホールド用ソフトフレームとを備えたものである。

【0023】請求項10記載の発明に係わる内部マニホールド方式熔融炭酸塩型燃料電池のバイポーラ板の製造方法は、平板を絞り加工して請求項8または9に記載の所定形状のソフトフレームを得る工程、上記ソフトフレームの少なくとも電極周囲のシール部にアルミニウムを拡散処理して電解質に対する防食層を得る工程、および上記ソフトフレームを請求項8または9に記載のバイポーラ板基板と接合する工程を順に施すものである。

【0024】請求項11記載の発明に係わる燃料電池は、電解質マトリクスを燃料電極および酸化剤電極で挟み、燃料電極に対向する燃料流路および酸化剤電極に対向する酸化剤流路にそれぞれ燃料ガスおよび酸化剤ガスを流通させて発電する単電池を、バイポーラ板を介して複数積層して成る燃料電池において、上記バイポーラ板は、上記電極との対向部において燃料ガスと酸化剤ガスを積層方向で分離する平板状のバイポーラ板基板、およ

びこのバイポーラ板基板の両面に接合され少なくとも電極周囲のシール部分を形成するシールフレームを備えると共に、上記シールフレームはバイポーラ板基板と面接触する部分において複数の接合線により接合されているものである。

【0025】請求項12記載の発明に係わる燃料電池は、請求項11記載のものにおいて、複数の接合線は相互に交差しているものである。

【0026】請求項13記載の発明に係わる熔融炭酸塩型燃料電池は、電解質マトリクスを燃料電極および酸化剤電極で挟み、燃料電極に対向する燃料流路および酸化剤電極に対向する酸化剤流路にそれぞれ燃料ガスおよび酸化剤ガスを流通させて発電する単電池を、バイポーラ板を介して複数積層して成る熔融炭酸塩型燃料電池において、上記バイポーラ板は、上記電極との対向部において燃料ガスと酸化剤ガスを積層方向で分離する平板状のバイポーラ板基板、およびこのバイポーラ板基板の両面に接合され少なくとも電極周囲のシール部分を形成するシールフレームを備えると共に、上記バイポーラ板基板は燃料ガス雰囲気と接する領域の表面に耐食層を有しており、上記バイポーラ板基板の耐食層における上記シールフレームの接合は、上記シールフレームがバイポーラ板基板の耐食層と面接触する部分において行われ、かつその接合部分の接合材料の溶け込みは上記耐食層を貫いているものである。

【0027】請求項14記載の発明に係わる燃料電池は、電解質マトリクスを燃料電極および酸化剤電極で挟み、燃料電極に対向する燃料流路および酸化剤電極に対向する酸化剤流路にそれぞれ燃料ガスおよび酸化剤ガスを流通させて発電する単電池を、バイポーラ板を介して複数積層して成る積層電池、並びに上記燃料ガス流路および酸化剤ガス流路に燃料ガスおよび酸化剤ガスをそれぞれ供給、排出する燃料ガス給排マニホールドおよび酸化剤ガス給排マニホールドを備える燃料電池において、上記燃料電極部に隣接する燃料側シール部と、上記燃料側シール部に電解質マトリクスを介し相対して設けられ上記酸化剤電極部に隣接する酸化剤側シール部との位置関係において、各シール部とこれらのシール部に隣接する各電極との間の各境界線は、上記電解質マトリクス平面上においてずれているものである。

【0028】請求項15記載の発明に係わる燃料電池は、請求項14記載のものにおいて、燃料ガス給排マニホールドおよび酸化剤ガス給排マニホールドは、積層電池内で隣接する単電池に連通した孔で構成される内部マニホールドであるものである。

【0029】請求項16記載の発明に係わる燃料電池は、請求項14または15記載のものにおいて、燃料電極部に隣接する燃料側シール部の幅を、上記燃料側シール部に電解質マトリクスを介し相対して設けられた酸化剤電極部に隣接する酸化剤側シール部の幅より大きくし

たものである。

【0030】請求項17記載の発明に係わる内部マニホール方式熔融炭酸塩型燃料電池は、電解質保持材に電解質を保持する電解質マトリクスを燃料電極および酸化剤電極で挟み、燃料電極に対向する燃料流路および酸化剤電極に対向する酸化剤流路にそれぞれ燃料ガスおよび酸化剤ガスを流通させて発電する単電池を、バイポーラ板を介して複数積層して成る積層電池、並びに上記積層電池内で隣接する単電池に連通した孔で構成され、上記燃料ガス流路および酸化剤ガス流路に燃料ガスおよび酸化剤ガスをそれぞれ供給、排出するための燃料ガス給排マニホールおよび酸化剤ガス給排マニホールを備え、上記バイポーラ板は、電極との対向部において燃料ガスと酸化剤ガスを積層方向で分離するバイポーラ板基板の両側に配置され電極周囲およびマニホール周囲のシール部分を形成するソフトフレームを有する内部マニホール方式の熔融炭酸塩型燃料電池において、上記マニホール周囲のシール部分は多孔性ガスケット材料および上記ソフトフレームの内部に保持され燃料電池の動作温度において液状となり上記多孔性ガスケット材料内部の空隙に保持される電解質よりなるものである。

【0031】請求項18記載の発明に係わる内部マニホール方式熔融炭酸塩型燃料電池は、請求項17記載のものにおいて、多孔性ガスケット材料は電解質保持材と同じ材料よりなるものである。

【0032】請求項19記載の発明に係わる内部マニホール方式熔融炭酸塩型燃料電池は、請求項1記載のものにおいて、電解質マトリクスは電極部およびその周囲のシール部に対向して配置され、マニホール周囲のシール部には電解質を含まないマニホールガスケット材料が対向して配置されているものである。

【0033】請求項20記載の発明に係わる内部マニホール方式熔融炭酸塩型燃料電池は、請求項19記載のものにおいて、マニホールガスケット材料は、多孔性ガスケット材料および燃料電池の動作温度において液状となり上記多孔性ガスケット材料の内部の空隙に保持されるウェットシール物質よりなるものである。

【0034】

【作用】請求項1記載の発明によれば、バイポーラ板は、上記燃料電極側では電極周囲シール部と燃料ガスマニホール周囲のシール部とが同一面でつながっていると共に、電極周囲シール部と酸化剤ガスマニホール周囲のシール部は凹部により分離されており、かつ、上記酸化剤電極側では電極周囲シール部と酸化剤ガスマニホール周囲のシール部とが同一面でつながっていると共に、電極周囲シール部と燃料ガスマニホール周囲のシール部とは凹部により分離されているので、燃料ガスと酸化剤ガスが凹部により確実に分離され、長期間安定したガスシール性を有する内部マニホール方式熔融炭酸塩型燃料電池が得られる。

【0035】請求項2記載の発明によれば、請求項1記載のものにおいて、凹部の空間は外部の雰囲気ガスに連通しているので、凹部を構成する材料の表裏で燃料ガスと酸化剤ガスとが同時に接する部分が無い場合、凹部を構成する材料が電解質に濡れても局部電池の発生が抑制される。

【0036】請求項3記載の発明によれば、請求項1または2記載のものにおいて、電解質マトリクスとして、電極部およびその周囲のシール部に対向する電極部分マトリクスと、マニホール周囲のシール部に対向するマニホール部分マトリクスとに、上記凹部で分割して用いられ、大きなものを作らなくてもよいので製造が容易になると共に、厚みのばらつきやピンホールの数等のマトリクスの品質が向上する。

【0037】請求項4記載の発明によれば、請求項3記載のものにおいて、凹部に電解質流通機構を設け、電極部分マトリクスに保持される電解質と、マニホール部分マトリクスに保持される電解質とが相互に両マトリクス間を流通可能であるように構成したので、電解質が両マトリクスに均等に分布されることになり、一枚もののマトリクスの場合と同様のシール効果が得られる。

【0038】請求項5記載の発明によれば、請求項1ないし4の何れかに記載のものにおいて、凹部の空間にスペーサを配置し、上記空間部分にスペーサを介して積層方向に面圧が印加されるように構成したので、極めて脆い電解質マトリクスをスペーサにより支持することができ、凹部における電解質マトリクスの破断を防止できる。

【0039】請求項6記載の発明によれば、請求項5記載のものにおいて、スペーサとしては、電解質マトリクス、酸化剤電極、孔空き板、およびコルゲート板のうちの少なくとも1種を用いるので、電池運転初期に必要な電解質マトリクス中に含まれるバインダのバーンアウト時において、スペーサの開孔部を通して十分な酸素を電解質マトリクスに供給でき、十分なバーンアウトを行える。その結果、スペーサに支持される電解質マトリクスの機能として電解質との親和性が良く、電解質のしみ込みが十分行われ、電解質移動経路として十分機能する。

【0040】請求項7記載の発明によれば、請求項1ないし6の何れかに記載のものにおいて、凹部の空間に電解質を保持し、上記電解質を電解質マトリクスに供給するように構成したので、一層多量の電解質保持が可能になり、燃料電池の長寿命化が可能になる。

【0041】請求項8記載の発明によれば、請求項1記載のものにおいて、バイポーラ板は、電極との対向部において燃料ガスと酸化剤ガスを積層方向で分離する平板状のバイポーラ板基板の両面に、電極周囲シール部並びに燃料および酸化剤ガスの給配のすべてのガスマニホール周囲のシール部を一体物で構成した一体型ソフトフレームを接合して構成したので、部品数、組立工数を低

減できると共に、ソフトフレームの接合に際し、位置決め精度が改善される。

【0042】請求項9記載の発明によれば、請求項1記載のものにおいて、バイポーラ板は、電極との対向部において燃料ガスと酸化剤ガスを積層方向で分離する平板状のバイポーラ板基板と、上記バイポーラ板基板の燃料電極側にそれぞれ接合され、電極面周囲シール部分と燃料ガスマニホールド周囲のシール部分を一体物で構成する棒状の燃料ガス用一体型ソフトフレームおよび酸化剤ガスマニホールド周囲のシール部分を構成する棒状のマニホールド用ソフトフレームと、上記バイポーラ板基板の酸化剤電極側にそれぞれ接合され、電極面周囲シール部分と酸化剤ガスマニホールド周囲のシール部分を一体物で構成する棒状の酸化剤ガス用一体型ソフトフレームおよび燃料ガスマニホールド周囲のシール部分を構成する棒状のマニホールド用ソフトフレームとを備えたので、それぞれのソフトフレームを例えば簡単な絞り加工等により容易に作製できる。

【0043】請求項10記載の発明によれば、平板を絞り加工して請求項8または9に記載の所定形状のソフトフレームを得る工程、上記ソフトフレームの少なくとも電極周囲のシール部にアルミニウムを拡散処理して電解質に対する防食層を得る工程、および上記ソフトフレームを請求項8または9に記載のバイポーラ板基板と接合する工程を順に施すので、電解質に接する部分に防食層を有するバイポーラ板を容易に得ることができる。

【0044】請求項11記載の発明によれば、電解質マトリクスを燃料電極および酸化剤電極で挟み、燃料電極に対向する燃料流路および酸化剤電極に対向する酸化剤流路にそれぞれ燃料ガスおよび酸化剤ガスを流通させて発電する単電池を、バイポーラ板を介して複数積層して成る燃料電池において、上記バイポーラ板は、上記電極との対向部において燃料ガスと酸化剤ガスを積層方向で分離する平板状のバイポーラ板基板、およびこのバイポーラ板基板の両面に接合され少なくとも電極周囲のシール部分を形成するシールフレームを備えると共に、上記シールフレームはバイポーラ板基板と面接触する部分において複数の接合線により接合されているので、確実に接合でき、接合不良、腐食等による接合部からのガス洩れが抑制できる。

【0045】請求項12記載の発明によれば、請求項11記載のものにおいて、複数の接合線は相互に交差しているため、より確実に接合でき、接合不良、腐食等による接合部からのガス洩れが抑制できる。

【0046】請求項13記載の発明によれば、バイポーラ板は、上記電極との対向部において燃料ガスと酸化剤ガスを積層方向で分離する平板状のバイポーラ板基板、およびこのバイポーラ板基板の両面に接合され少なくとも電極周囲のシール部分を形成するシールフレームを備えると共に、上記バイポーラ板基板は燃料ガス雰囲気

接する領域の表面に耐食層を有しており、上記バイポーラ板基板の耐食層における上記シールフレームの接合は、上記シールフレームがバイポーラ板基板の耐食層と面接触する部分において行われ、かつその接合部分の接合材料の溶け込みは上記耐食層を貫いているので、確実に接合でき、接合不良、腐食等による接合部からのガス洩れが抑制できる。

【0047】請求項14記載の発明によれば、電解質マトリクスを燃料電極および酸化剤電極で挟み、燃料電極に対向する燃料流路および酸化剤電極に対向する酸化剤流路にそれぞれ燃料ガスおよび酸化剤ガスを流通させて発電する単電池を、バイポーラ板を介して複数積層して成る積層電池、並びに上記燃料ガス流路および酸化剤ガス流路に燃料ガスおよび酸化剤ガスをそれぞれ供給、排出する燃料ガス給排マニホールドおよび酸化剤ガス給排マニホールドを備える燃料電池において、上記燃料電極部に隣接する燃料側シール部と、上記燃料側シール部に電解質マトリクスを介し相対して設けられ上記酸化剤電極部に隣接する酸化剤側シール部との位置関係において、各シール部とこれらのシール部に隣接する各電極との間の各境界線は、上記電解質マトリクス平面においてずれているので、それぞれの境界線上において、電解質マトリクスを支持する片面は常に断差の無い平面であり、ガスシール部分とアクティブエリア部分との高さの断差による電解質マトリクスのクラック発生が大きく軽減され、安定した電池特性を得ることができる。

【0048】請求項15記載の発明によれば、請求項14記載のものにおいて、燃料ガス給排マニホールドおよび酸化剤ガス給排マニホールドは、積層電池内で隣接する単電池に連通した孔で構成される内部マニホールドであるため、クラックの無い電解質マトリクスよりなるウェットシールにより十分なガスシール機能が得られ、ガス漏れ量の極めて小さいマニホールドを形成できる。

【0049】請求項16記載の発明によれば、請求項14または15記載のものにおいて、燃料電極部に隣接する燃料側シール部の幅を、上記燃料側シール部に電解質マトリクスを介し相対して設けられた酸化剤電極部に隣接する酸化剤側シール部の幅より大きくしたので、漏れた場合に、より危険で電池特性の低下が大きい燃料ガスのシールがより確実となる。

【0050】請求項17記載の発明によれば、電解質保持材に電解質を保持する電解質マトリクスを燃料電極および酸化剤電極で挟み、燃料電極に対向する燃料流路および酸化剤電極に対向する酸化剤流路にそれぞれ燃料ガスおよび酸化剤ガスを流通させて発電する単電池を、バイポーラ板を介して複数積層して成る積層電池、並びに上記積層電池内で隣接する単電池に連通した孔で構成され、上記燃料ガス流路および酸化剤ガス流路に燃料ガスおよび酸化剤ガスをそれぞれ供給、排出するための燃料ガス給排マニホールドおよび酸化剤ガス給排マニホールド

ドを備え、上記バイポーラ板は、電極との対向部において燃料ガスと酸化剤ガスを積層方向で分離するバイポーラ板基板の両側に配置され電極周囲およびマニホールド周囲のシール部分を形成するソフトフレームを有する内部マニホールド方式の溶融炭酸塩型燃料電池において、上記マニホールド周囲のシール部分は多孔性ガスケット材料および上記ソフトフレームの内部に保持され燃料電池の動作温度において液状となり上記多孔性ガスケット材料内部の空隙に保持される電解質よりなるので、燃料電池の昇温時に迅速にマニホールドのガスシール性を確立できると共に、ガスシール部分の電解質マトリクスに必要とされる電解質をソフトフレーム内に十分保持可能であり、別途新たなまたは複雑なスペース・構造を必要としない十分なシール性が得られる。さらに、マニホールドシール部分と電池部分とで同じ電解質を用いるので、両電解質の反応によるロスが無い。

【0051】請求項18記載の発明によれば、請求項17記載のものにおいて、多孔性ガスケット材料は電解質保持材と同じ材料よりなるので、材質として電解質に対して極めて安定であると共に、2枚のバイポーラ板間に挟まれる物質は電池反応面およびシール面においてすべて同一であるため、電解質マトリクスと多孔性ガスケット材料との機械的性質が同じとなり、片縮み等が無く、全面に均一なシール特性を得ることができる。

【0052】請求項19記載の発明によれば、請求項1記載のものにおいて、電解質マトリクスは電極部およびその周囲のシール部に対向して配置され、マニホールド周囲のシール部には電解質を含まないマニホールドガスケット材料が対向して配置されているので、電解質によるウェットシールを用いなくてマニホールドのガスシール部分のシール性を形成することが可能となり、電解質による部材の腐食、電解質の移動に基づく電解質欠乏によるガスシール性の低下、等の問題が無く、長期にわたり安定したガスシール性を得ることができる。

【0053】請求項20記載の発明によれば、請求項19記載のものにおいて、マニホールドガスケット材料は、多孔性ガスケット材料および燃料電池の動作温度において液状となり上記多孔性ガスケット材料の内部の空隙に保持されるウェットシール物質よりなるので、ガスケットの空隙が液体により埋められより良いガスシール性を得ることができる。なお、請求項1記載のものではアクティブエリア周囲のシール部分とマニホールドシール部分とを分離しており、ウェットシール物質としてはマトリクスに保持される電解質とは異なるものを用いることができ、この部分の電解質による腐食の問題が解消される。

【0054】

【実施例】

実施例1. 以下、請求項1、2、5、6、および9～13記載の発明の一実施例を図について説明する。図1は

バイポーラ板18を燃料ガス側の面より眺めたバイポーラ板の構成を示す分解斜視図であり、図2はバイポーラ板18を酸化剤ガス側の面より眺めたバイポーラ板の構成を示す分解斜視図である。図1において、1はバイポーラ板基板であり、その4辺に酸化剤ガス供給マニホールド4、酸化剤ガス排出マニホールド6、燃料ガス供給マニホールド5、燃料ガス排出マニホールド7用の穴がそれぞれ開けられている。12は電池反応領域を示す。バイポーラ板基板1上には、燃料ガス側の電極面周囲のシール部分16（明瞭のためハッチングを施して示す）と燃料ガス側のマニホールド周囲のシール部分17a（明瞭のためハッチングを施して示す）が一体となったシールエリアを有する燃料ガス用一体型ソフトフレーム13が、バイポーラ基板1と接する面において接合されている。さらに、酸化剤ガス入口側のマニホールド周囲のシール部17b（明瞭のためハッチングを施して示す）を有する酸化剤ガス入口マニホールド用ソフトフレーム14、および酸化剤ガス出口側のマニホールド周囲のシール部17b（明瞭のためハッチングを施して示す）を有する酸化剤ガス出口マニホールド用ソフトフレーム15を燃料ガス用一体型ソフトフレーム13を挟んで対向する位置にバイポーラ板基板1に接合する。なお、矢印FGは燃料ガスの流通方向を示し、OGは、酸化剤ガスの流通方向を示す。

【0055】このように、図1に示したバイポーラ板の燃料ガス側の面においては、燃料ガス供給マニホールド5から燃料ガスを電池反応領域12の上に保持された燃料ガス側電極に導入し、さらに反応後の燃料ガスを燃料ガス排出マニホールド7に排出する必要がある。従って燃料ガス側の面では、燃料ガス供給マニホールド5、電池反応領域12、燃料ガス排出マニホールド7の間の燃料ガスの流通を確保するため、電極面周囲のシール部分16とマニホールド周囲のシール部分17aが一体となった燃料ガス用一体型ソフトフレーム13を用い、上記三つの部分を構成している。一方、燃料ガス側の面では酸化剤ガスは電池反応に必要な無いので、酸化剤ガスマニホールド4、6は、閉ざされたシールを有する酸化ガスマニホールド用ソフトフレーム14、15を用い各々構成されている。

【0056】次に、図2に示すバイポーラ板の酸化剤ガス側の面（図1）を裏返した酸化剤ガス側の面においては、酸化剤ガス供給マニホールド4から酸化剤ガスを電池反応領域12の上に保持された酸化剤ガス側電極に導入し、さらに反応後の酸化剤ガスを酸化剤ガス排出マニホールド6に排出する必要がある。従って酸化剤ガス側の面では、酸化剤ガス供給マニホールド4、電池反応面12、酸化剤ガス排出マニホールド6の間の酸化剤ガスの流通を確保するため、酸化剤ガス側の電極面周囲のシール部分16bと酸化剤ガス側のマニホールド周囲のシール部分17bが一体となった酸化剤ガス用一体型ソフ

トフレーム 21 を用い、上記三つの部分を構成している。一方、酸化剤ガス側の面では燃料ガスは電池反応に必要な無いので、燃料ガスマニホール 5、7 は、閉ざされたシールを有する燃料ガスマニホール用ソフトフレーム 31、32 を用い各々構成されている。

【0057】 以上のようにバイポーラ板 18 は、燃料ガス側には、バイポーラ板基板 1 に燃料ガス用一体型ソフトフレーム 13、酸化剤ガス入口マニホール用ソフトフレーム 14、酸化剤ガス出口マニホール用ソフトフレーム 15 が接合されると共に、酸化剤ガス側には、バイ

【0058】 電池スタックは、バイポーラ板 18 に電極、集電板、コルゲート板、ソフトフレーム下部用スペーサ、等の所定の積層物、充填物が設置され、且つ、上記複数のバイポーラ板 18 同士の間、単電池のマトリクスおよびマニホールガスシールのガスケットとして機能する電解質マトリクスを挿入し、構成される。

【0059】 図 3 は、図 1 の A-A 断面を示したもので、C 部は、電池反応領域 12 で、バイポーラ板基板 1 の上方に電池部燃料ガス用コルゲート板 3、集電板 26、燃料ガス側電極 25 を積層し、同様にバイポーラ板基板 1 下側には、電池部酸化剤ガス用コルゲート板 22、集電板 24、酸化剤ガス側電極 20 が積層される。D 部は、電池反応面（電極面）周囲のシール部であり、バイポーラ板基板 1 上側は、燃料ガス用一体型ソフトフレーム 13 とマトリクス 30a の間のシール部 16 でシールし、燃料ガス用一体型ソフトフレーム 13 の内側には、燃料ガス側平板型スペーサ 27a、燃料ガス用コルゲート型スペーサ 35a が挿入される。バイポーラ板基板 1 下側には、酸化剤ガス用一体型ソフトフレーム 21 の中に酸化剤ガス用コルゲート型スペーサ 34a と酸化剤ガス用平板型スペーサ 28a が、E 部および F 部と一体で挿入され、さらに、酸化剤ガス用一体型ソフトフレーム 21 とマトリクス 30a の間のシール部 16 でシールされる。E 部は、各ソフトフレーム 13、14 とバイポーラ板基板 1 の溶接部分で、溶接部上方は、燃料ガス用一体型ソフトフレーム 13 と酸化剤ガス入口マニホール用ソフトフレーム 14 との間に凹部が生じ、その中には、スペーサとして例えば、凹部用コルゲート板型スペーサ 23 と凹部用平板型スペーサ 19 を充填し、表面をウェットシール表面とほぼ同一の高さとなるようにする。なお、凹部用平板型スペーサ 19 としては例えば酸化剤電極、孔空き板、電解質マトリクス等が用いられる。F 部バイポーラ板基板 1 下側は、酸化剤ガス（OG）の入口マニホール 4 から電池反応領域内への導入部であり、バイポーラ板基板 1 の上方は、酸化剤ガス入口マニホール用ソフトフレーム 14 と、その中に充填

する酸化剤ガス用コルゲート型スペーサ 34b、酸化剤ガス用平板型スペーサ 28b で構成される。G 部は、酸化剤ガス入口マニホール 4 であり、積層セル数に従って、上下に連通している。H 部バイポーラ板基板 1 下側は、酸化剤ガス用一体型ソフトフレーム 21 のマニホール周囲のシール部であり、バイポーラ板基板 1 上方の酸化剤ガス入口マニホール用ソフトフレーム 14 とバイポーラ板基板 1 を介して対称な部材構成である。28c、d は酸化剤ガス用平板型スペーサ、34c、d は酸化剤ガス用コルゲート型スペーサである。I 部は、バイポーラ板基板 1 に酸化剤ガス入口マニホール用ソフトフレーム 14、および酸化剤ガス用一体型ソフトフレーム 21 を接合する部分である。

【0060】 図 3 に示す I 部において B 方向からみた接合線を図 4 に示す。図において、29a、29b は溶接線である。この例では溶接は 2 回行い、例えば、2mm の間隔で並行に溶接し、長さ 10mm ごとに溶接線 29a と 29b は交差するように溶接してある。

【0061】 次に、動作について説明する。燃料ガス供給マニホール 5 から供給された燃料ガス（FG）は電池反応領域 12 を通り、燃料ガス排出マニホール 7 に導かれる。この時、燃料ガスは外気との間で燃料ガス用一体型ソフトフレーム 13 によって仕切られることになる。一方、酸化剤ガス供給マニホール 4 内の酸化剤ガス（OG）は、バイポーラ板基板 1 上側では酸化剤ガス入口マニホール用ソフトフレーム 14 によって、面内への流入は遮断され、逆に、バイポーラ板基板 1 下側では、酸化剤ガス用一体型ソフトフレーム 21 によって、燃料ガスの場合と同様電池反応領域 12 内へ導かれる。

【0062】 また、各ソフトフレーム 13、14、15 のマトリクス 30a、b との接触面（シールエリア 16、17a、b）は、電解質によるウェットシールとなるが、電池反応領域周囲のウェットシールエリア 16 とマニホール周囲のウェットシールエリア 17a、b は、マトリクス 30a、b が凹部で連通し、凹部用平板型スペーサ 19、凹部用コルゲート板型スペーサ 23 で支えられている。その結果、凹部においてマトリクスの破断等電解質の移動に障害が起きず、面内で均一に電解質を含むことになる。また、凹部上方（図 3 の E 部）のマトリクス 30a には、凹部用コルゲート板型スペーサ 23、多孔質な凹部用平板型スペーサ 19 を通して、外気（空気）が十分接触するため、昇温時のバーンアウトで、マトリクス中の可燃分が十分酸化可能となる。

【0063】 また、凹部の空間が外部の雰囲気ガスに連通しており、各ソフトフレームの表裏に燃料ガスと酸化剤ガスが同時に接する部分が無いため、表面が電解質に濡れても、局部電池の発生が抑制される。

【0064】 また、バイポーラ板基板 1 と各ソフトフレーム周囲との溶接は、本実施例では全てバイポーラ基板 1 平面内での溶接であり、溶接の信頼性が改善されると

ともに、量産化に適した計算機制御によるレーザ溶接が適用でき、低コスト化の面でも大きな利点となる。さらには本実施例では図4に示すように、二重に溶接を行い、かつ溶接線が相互に交差するように設計した。このように二重に溶接されているため、溶接線29aまたは溶接線29bのいずれかが腐食などにより機能を果たさなくなっても、内部のガスが外部に漏れることが抑えられる。また溶接線が相互に交差しているため、特に交差点では十分な溶接深さが得られるとともに、溶接線10の方向を二次元化することにより、ソフトフレームの外周の接線方向に上下に剥がす力が作用しても耐力が得られ、より信頼性の高い溶接が得られる。

【0065】またバイポーラ板基板1は、通常、例えばステンレス系の金属材料よりなる母材に対して、特に動作中燃料ガス雰囲気中に保たれる領域の表面に限り、電解質に対する耐食層（例えば0.05～0.1mm程度のニッケルまたは銅等の層）を設けた複合材料である。ニッケルまたは銅は燃料電池の動作温度である650℃近辺の高温では燃料ガス雰囲気では安定であるが、酸化剤ガス雰囲気では容易に酸化され強度を失う。従って、耐食層のある領域のバイポーラ板基板1へのソフトフレームの溶接で耐食層が酸化される可能性がある場合には、以下のような注意が必要である。ソフトフレームの溶接は、耐食層の除去後（例えばエッチング等）直接バイポーラ基板のステンレス母材へ行なう。あるいは、耐食層を介して直接溶接を行なう場合、溶接の際の金属の溶け込みは耐食層を貫通しステンレス母材にまで到達しているよう留意する。いずれの場合でもステンレス母材への溶接の必要溶け込み深さは、ステンレス母材への電解質による腐食の浸透深さに依存する。例えば母材がステンレス316L、310Sの場合には代表的動作条件では腐食深さは10000時間あたり20～50μm程度であり、腐食深さ程度またはそれ以上の溶接の溶け込み量が必要である。

【0066】耐食層を介して直接溶接を行なう溶接方法は、耐食層の除去の手順が不要である。また、耐食層除去後の耐食層の有無の境界線が溶接線とずれ、燃料ガス雰囲気でありながら耐食層の無い境界領域が存在し、同領域のバイポーラ板の腐食が進行する、というリスクが避けられる、という利点がある。溶接をレーザ溶接で行なう場合には溶接の溶け込み深さは、レーザー溶接の出力またはレーザ光の絞りを調節することにより、容易に調節することができる。

【0067】なおバイポーラ板は、通常、例えばステンレス材料の薄板に絞り加工を施すことにより所定の形状として得られたソフトフレームを、バイポーラ板基板に接合することにより得られる。但しこのままでは、特に電解質マトリクスに直接接するシール部分において電解質に対する耐食性が十分でない。従って、耐食性を増す目的で、特にシール部分または必要に応じてそれに隣接

する領域に防食処理を施すことが一般的である。具体的には例えばバイポーラ板基材の表面にアルミニウムの拡散層を得る。処理法としては例えば、まず基材（ステンレス）表面に溶射などの方法でアルミニウム層を設け、その後高温（例えば800～1000℃程度）還元雰囲気中で熱処理を施す方法がある。このような防食処理工程は、まず部品（ソフトフレームおよびバイポーラ板基板）をバイポーラ基板に接合し、バイポーラ板を製造した後に行なうのが一般的である。別の製造手順としては、ソフトフレームを製造した後にまず個々に防食処理を行い、その後、部品を接合しバイポーラ板を得る手順が挙げられる。本製造手順においては、形状の比較的小さな部品の段階で溶接前に熱処理を行うことができ、相対的に小型の雰囲気加熱炉が利用可能となり、バイポーラ板の製造コストを低減できる。また熱処理される物体が溶接後の複合構造でないため、熱処理に伴うバイポーラ板の熱歪量を軽減することができ、精度の良いバイポーラ板を得ることができる。

【0068】実施例2. なお、請求項11および12記載の発明の他の実施例として、上記実施例の図4では接合線を2本交差させた例を示したが、これに限るものではなく、図5(a)(b)に示すように、溶接線3本でも同様以上の効果が期待でき、その時は、特に3本とも交差させる必要もない。

【0069】実施例3. 請求項8記載の発明の一実施例について説明する。上記実施例1では図1に示したように、バイポーラ板18の燃料ガス側においては、燃料ガス用一体型ソフトフレーム13と酸化剤ガスマニホルド用ソフトフレーム14、15とをそれぞれ別々に製作し、バイポーラ板基板1に接合している。図2の酸化剤ガス側においても、酸化剤ガス用一体型ソフトフレーム21と燃料ガスマニホルド用ソフトフレーム31、32とが分離しており同様である。このように別体で構成することにより、それぞれのソフトフレームを例えば簡単な絞り加工等により容易に作成することができる。

【0070】一方、燃料ガス側または酸化剤ガス側において、すべてのシール部分を形成するソフトフレームを一枚の板より一体型のものとして製作することが可能である。このことは例えば一枚の薄板を所定の形状に絞り加工することにより可能である。その実施例を図6に示す。図6はバイポーラ板の燃料ガス側を見たもので、全部品一体型燃料ガス用ソフトフレーム36をバイポーラ板基板1から分離して見た分解斜視図である。全部品一体型燃料ガス用ソフトフレーム36は、電池反応面周囲シールエリア16、マニホルド周囲シールエリア17a、bの全てのシールエリアを形成するソフトフレームを一体化したものである。バイポーラ板の酸化剤ガス側においても同様のことが可能である。このことにより、部品点数を削減できるとともに、バイポーラ板基板へのソフトフレームの取り付け（接合）が燃料側と酸化剤側

各一回で行え、製造工程が簡素化されると共に、取り付けにおける誤差が減少する。即ち、高精度な部材を安価に製造することが可能になる。

【0071】実施例4. 請求項3、4、および7記載の発明の一実施例について説明する。上記実施例1では図3に示したように、マトリクス30a、bは全面一枚物を用いたが、燃料ガス用一体型ソフトフレーム13と酸化剤ガス入口ソフトフレーム14の間の凹部（図3のE部分）で分割してもよい。このように分割すれば大きなものを作らなくてもよいので製造が容易になると共に、厚みのばらつきやピンホールの数等のマトリクスの品質が向上する。その場合、電解質流通機構を設ける、すなわち、凹部用平板型スペーサ19とマトリクス30a、bとの間のスペーサとして、または、凹部用平板型スペーサ19自身として、電解質が流通可能で電解質に対して安定な多孔質状の物（例えば電解質マトリクスと同じ物や電極等）またはそれを含む複合材からなる物質を用いると、マトリクス30の分割部分に隙間が生じて電解質が両方に均等に分布されることになり、一枚物のマトリクスの場合と同様のシール効果が得られる。

【0072】さらには上記凹部（図3のE部分）に電解質を保持し、電解質をマニホールドガスシール部分またはアクティブエリア部分の電解質マトリクスに供給することも可能である。このことにより一層多量の電解質量の保持が可能になり、燃料電池の長寿命化が可能になる。電解質は具体的には、例えば凹部に設けられた電解質流通のための多孔質なスペーサ、凹部用平板型スペーサ19、凹部用コルゲート板型スペーサ23等の空隙に、あるいは単に固形または粉状の電解質として、当初保持され、電池の昇温後、電解質マトリクスに毛細管力

に従い移動する。

【0073】実施例5. 請求項17および18記載の発明の一実施例について説明する。上記実施例では、ガスマニホールドのガスシール部分の電解質マトリクスに必要とされる電解質を、アクティブエリアの電解質マトリクスより供給する場合について説明したが、ガスマニホールドのガスシール部分に隣接して電解質リザーバを設けることも可能である。図7にその実施例を示す。図7は、図3において酸化剤ガス入口マニホールド4の周辺部を拡大して見た断面図である。本実施例ではソフトフレーム21の内部に設けた例えば酸化剤ガス用平板型スペーサ28eの空隙部に電解質を保持し、電解質リザーバとしている。具体的には電解質リザーバとしての平板型スペーサは、例えば酸化剤ガス側では酸化剤ガス側電極、例えば燃料ガス側では燃料ガス側電極と同様の物でよい。図において、33は多孔性の電解質連通部材である。電解質連通部材33は例えば電解質マトリクスの電解質保持材と同様の材料よりなり、電解質が酸化剤ガス用平板型スペーサ28eより電解質マトリクス30bへ移動する移動経路として機能する。ソフトフレームの板

材料の厚みは例えば0.2~0.5mm程度ときわめて薄くまた電解質に対して濡れ性を有しているため、電解質は酸化剤ガス用平板型スペーサ28eより電解質マトリクス30bへソフトフレームの表面を伝い直接移動可能であるが、より確実な移動という意味で電解質連通部材33を設けている。

【0074】マニホールドのソフトシールの内部においては一般的には、多孔性材料（例えば電極）またはコルゲート板型スペーサの空間に電解質を保持することが可能である。保持された電解質は、電池の温度上昇時に電解質の融点を越えた時点で融解し、毛細管力の働きにより電解質マトリクス30bに吸収される。本発明例では、ガスマニホールドのガスシール部分の電解質マトリクス30bへの電解質の補給を隣接する電解質リザーバ28eより行なうため、特に燃料電池の昇温時において電解質の補給、即ちウエットシールの達成（ガスのシール性の達成）を迅速に行える利点がある。このことは、特に大型の燃料電池において運転初期に燃料ガス系に燃料ガスを導入する際、安全性の面で重要である。電解質が融解するような高温度（例えば450~500℃）においては部材の酸化を防ぐため、燃料ガス流路に還元性燃料ガスをできるだけ迅速に供給することが、材料保護の観点から望ましい。図1に示した実施例では、ガスマニホールドのガスシール部分の電解質マトリクス30bのうち特にアクティブエリアと反対側に位置する領域では浸透距離が長くなるため、本発明が有効である。また本電解質リザーバ28eは経時的に、電解質マトリクス30bにおいて不足する電解質を補給することができる。このことは、電解質リザーバ28eと電解質マトリクス30bとにおける電解質の毛細管力（細孔径等）を調節することにより達成される。

【0075】また、電解質の補給をアクティブエリアの電解質マトリクスからの浸透のみに頼る場合、アクティブエリアの電極に過剰の電解質を保持することが必要になり、電極が電解質により過剰に濡れる結果電池特性を損ない易い。また電解質の貯蔵量の制限から電池寿命が短くなる、等の欠点がある。本発明ではソフトフレーム内に設けた電解質リザーバにガスマニホールドのガスシール部分の電解質マトリクスに必要とされる電解質を十分保持可能であり、別途新たなまたは複雑なスペース・構造を必要とせず、上記課題を克服できる。

【0076】実施例6. なお、請求項18記載の発明の実施例として、上記実施例ではマニホールド周囲のシール部分を構成する多孔性のガasket材料としてアクティブエリアの電解質マトリクス30a、bで用いられるのと同じ電解質保持材を用いた場合について示した。このように、多孔性ガasket材料が電解質保持材と同じ材料よりなる場合、材質として電解質に対して極めて安定であると共に、2枚のバイポーラ板間に挟まれる物質は電池反応面およびシール面においてすべて同一である

ため、電解質マトリクスと多孔性ガスケット材料との機械的性質が同じとなり、片縮み等が無く、全面に均一なシール特性を得ることができる。しかしながら、多孔性ガスケット材料はこれに限るものではなく、例えばアルミナ、シリカ、ジルコニア、タルク、マイカ等の化合物を主成分とする材料であっても支障なく用いることができる。

【0077】実施例7. 請求項19および20記載の発明の一実施例について説明する。上記実施例6、7ではマニホールドガスシール部分のガスケットとして電解質を用いたウェットシールの場合について説明したが、図1に示したバイポーラ構造においてはアクティブエリアの周囲のシール部分とマニホールドシール部分とを凹部により分離しており、マニホールドガスシール部分のガスケットを独立して設けることが可能である。その際同ガスケットとして電解質を含まないガスケットを利用することにより、ガスケットを支持するソフトフレーム部分の金属材料の電解質による腐食、ガスケットのウェットシールを形成する電解質の欠乏によるガスシール性の喪失、等の問題を解決することができる。一般に、電解質マトリクスに保持される電解質は、長時間の間には、電気化学反応の働きにより電池の積層方向に電位の(+)側に移動することが知られており、電位の(-)側の電解質マトリクス(ガスケット)において電解質の欠乏即ちウェットシール性の低下が見られる。電解質を含まないマトリクスではこのような問題が無い。

【0078】本発明によるバイポーラ構造ではアクティブエリアの周囲のシール部分とマニホールドシール部分とを構造上分離しているため、適切な設計を行なうことにより、電解質と反応性を有する材料をマニホールドガスシール部分のガスケット材料として利用することも可能である。具体的には、電池反応面周囲シールエリアとマニホールド周囲シールエリアとの間隔距離を適切に確保する(例えば3~5cmまたはそれ以上)ことにより、マニホールドガスシール部分のガスケット材料への電解質の付着を実質的に無視できる程度に小さく抑えることができる。この結果、従来電解質との反応性の面で用いられなかった一般的な無機系のガスケット材料、

(例えば、シリカ、アルミナ、タルク等を主要な成分とするもの)もマニホールドガスシール部分のガスケット材料として利用可能である。

【0079】また、電池の動作温度において液体となる電解質以外の材料(例えばほう化ガラス、酸化ほう素等)を用いてガスケットのウェットシール化を図ることも可能である。この場合、ガスケットの空隙が液体により埋められより良いガスシール性を得ることができる。

【0080】実施例8. 請求項14記載の発明の一実施例について説明する。上記実施例1の図3では、アクティブエリアの電極面に隣接するガスシール部分において、ガスシール部分とアクティブエリア部分との間の境

界線が、マトリクスを介して燃料ガス側および酸化ガス側が同じ位置にある例について説明した。従来例の図12においても同様であり、そのような構成が一般的であった。図8は本実施例を、図12と同じ部分において対比して見た断面図である。図に示すように上記境界線を電解質マトリクスを介してアノード側とカソード側とでずらすことにより、電解質マトリクスのガスシールの信頼性を大きく改善できる。

【0081】すなわち、図8に示す実施例では、電極面に隣接するガスシール部分において、ガスシール部分とアクティブエリア部分との間の境界線が、マトリクスを介して燃料ガス側および酸化ガス側で相互にずれた位置関係にある。このため、各々の上記境界線上においてマトリクスを支持する片面は常に段差の無い平面であり、ガスシール部分とアクティブエリア部分との高さの段差に基づくマトリクスのクラック発生が大きく軽減される。この例のように内部マニホールドの場合、クラックの無い電解質マトリクスよりなるウェットシールにより十分なガスシール機能を得られ、ガス漏れ量の極めて小さいマニホールドを形成できる。また、上記実施例では燃料ガス側のガスシール部分の幅を大きくすることにより、上記境界線をずらした。燃料ガス特に水素は分子が小さいためガス漏れ性が大きく、また漏れた場合の危険性、電池特性への悪影響も大きく、燃料ガス側のガスシール幅を大きくすることは、燃料ガスのガスシール性の改善という利点もある。

【0082】以上の結果本実施例によれば、特にクラックの発生しやすい熱サイクルも含めた全ての燃料電池の運転条件において、安定したガスシール性を得ることができる。また、部材公差の緩い安価な部材も利用可能となり、安価な燃料電池を得ることができる。

【0083】実施例9. 請求項14記載の発明の他の実施例について説明する。上記実施例では、内部マニホールド方式について説明したが、マニホールドをスタック側面に取り付ける外部マニホールド方式においても同様の効果が得られる。具体的には例えば外部マニホールド方式のスタックにおいて、燃料ガスと酸化剤ガスの供給を同方向から行なう並行流、燃料ガスと酸化剤ガスを対辺から供給する対向流、のフロー構造のスタックにおいても、同様の効果が得られる。

【0084】図9は並行流のバイポーラ板を酸化剤側の面から示したものである。図において37a、b、38a、bはおのおの酸化剤ガスおよび燃料ガスの外部マニホールドを示す。斜線はシールを形成する部分であり、電池反応領域12と外気とをシールする電池反応面周囲シールエリア16および、電池反応領域12と各マニホールド4、5、6、7とをシールするマニホールド周囲シールエリア17a、bよりなる(17bは図示せず)。バイポーラ板の燃料ガス側の面においては、酸化剤ガス側のマニホールド4、6と電池反応面12が接す

る部分にマニホール周囲シールエリア17bが設けられ、電池反応面にある燃料ガス流路と酸化剤ガスマニホールどとが分画される。矢印はガスの流れである。酸化剤ガスは、酸化剤供給マニホール4から供給され、電池反応領域12を通り、酸化剤排出マニホール6に導かれる。燃料ガスは酸化剤供給マニホール4と同方向の燃料ガス供給マニホール5から供給され、酸化剤とマトリクスを介して反対側の電池反応領域を通り、燃料ガス排出マニホールへ導かれる。一方、対向流の場合、燃料ガスを矢印と逆向きに供給する。

【0085】図9に示す例においては全シールエリアのうち、マニホール4、5、6、7に隣接しない電池反応面周囲シールエリア16部分について、電解質マトリクスを挟んで燃料ガス側および酸化剤ガス側のシールエリアが同じ位置に位置するため、請求項14の発明に示すようにシールエリアと各電極との境界線を相互にずらすことにより、信頼性の高いガスシールを得ることができる。

【0086】実施例10、請求項1および9記載の発明の他の実施例について説明する。上記実施例1の図1では、燃料ガスと酸化剤ガスが電極面内で電解質マトリクスを挟んで直交流となる場合を示したが、別の実施例として、燃料ガスと酸化剤ガスを同方向から供給する並行流、または対辺から供給する対向流の場合でも同様の効果を奏する。図10(a)は並行流型の燃料電池スタックにおいてバイポーラ板を酸化剤側から示したものであり、(b)は(a)のB-B線断面図である。酸化剤側面ではバイポーラ板基板1に、酸化剤ガス一体型ソフトフレーム21および燃料ガス側マニホールソフトフレーム31、32が接合されている。斜線部はシールが形成される部分であり、矢印はガスの流れである。酸化剤ガスは酸化剤供給マニホール4から供給され、電池反応面12を通り、酸化剤ガス排出マニホール6に導かれる。

【0087】ガスシール領域においては図10(b)に示すように、バイポーラ板基板1の上には酸化剤ガス一体型ソフトフレーム21と燃料ガス入口マニホール用ソフトフレーム31を、下部には燃料ガス一体型ソフトフレーム13を、それぞれバイポーラ板基板1に接合している。同断面図(b)において左側は燃料ガス供給孔5を示す。燃料ガスは、燃料ガス供給孔5から供給され、バイポーラ板基板1と燃料ガス一体型ソフトフレーム13との間の空間を通り、電池反応領域12(同断面図右の領域)に導かれる。

【0088】酸化剤ガスの流れ方向と燃料ガスの流れ方向が対向または並行な場合、セル面内の温度分布がガスの流れ方向に一次元となり、クロスフロー形式に比べスタックの熱制御が容易になるという利点がある。また上記対向流または並行流(図10)ではクロスフロー形式(図1)に比べ、一枚の電解質マトリクスで電極部周囲

のガスシールおよびマニホールシール部のガスシールを行なう場合、無駄なマトリクスが少なく、安価でコンパクトな燃料電池が得られるという利点がある。

【0089】

【発明の効果】以上のように、請求項1記載の発明によれば、バイポーラ板は、上記燃料電極側では電極周囲シール部と燃料ガスマニホール周囲のシール部とが同一面につながっていると共に、電極周囲シール部と酸化剤ガスマニホール周囲のシール部は凹部により分離されており、かつ、上記酸化剤電極側では電極周囲シール部と酸化剤ガスマニホール周囲のシール部とが同一面につながっていると共に、電極周囲シール部と燃料ガスマニホール周囲のシール部とは凹部により分離されているので、燃料ガスと酸化剤ガスが凹部により確実に分離され、長期間安定したガスシール性を有する内部マニホール方式溶融炭酸塩型燃料電池が得られる。

【0090】請求項2記載の発明によれば、請求項1記載のものにおいて、凹部の空間は外部の雰囲気ガスに連通しているので、凹部を構成する材料の表裏で燃料ガスと酸化剤ガスとが同時に接する部分が無いため、凹部を構成する材料が電解質に濡れても局部電池の発生が抑制される。

【0091】請求項3記載の発明によれば、請求項1または2記載のものにおいて、電解質マトリクスとして、電極部およびその周囲のシール部に対向する電極部分マトリクスと、マニホール周囲のシール部に対向するマニホール部分マトリクスとに、上記凹部で分割して用いられ、大きなものを作らなくてもよいので製造が容易になると共に、厚みのばらつきやピンホールの数等のマトリクスの品質が向上する。

【0092】請求項4記載の発明によれば、請求項3記載のものにおいて、凹部に電解質流通機構を設け、電極部分マトリクスに保持される電解質と、マニホール部分マトリクスに保持される電解質とが相互に両マトリクス間を流通可能であるように構成したので、電解質が両マトリクスに均等に分布されることになり、一枚もののマトリクスの場合と同様のシール効果が得られる。

【0093】請求項5記載の発明によれば、請求項1ないし4の何れかに記載のものにおいて、凹部の空間にスペーサを配置し、上記空間部分にスペーサを介して積層方向に面圧が印加されるように構成したので、極めて脆い電解質マトリクスをスペーサにより支持することができ、凹部における電解質マトリクスの破断を防止できる。

【0094】請求項6記載の発明によれば、請求項5記載のものにおいて、スペーサとしては、酸化剤電極、孔空き板、電解質マトリクスおよびコルゲート板のうちの少なくとも1種を用いるので、電池運転初期に必要な電解質マトリクス中に含まれるバインダのバーンアウト時において、スペーサの開孔部を通して十分な酸素を電解

質マトリクスに供給でき、十分なバーンアウトを行える。その結果、スペースに支持される電解質マトリクスの機能として電解質との親和性が良く、電解質のしみ込みが十分行われ、電解質移動経路として十分機能する。

【0095】請求項7記載の発明によれば、請求項1ないし6の何れかに記載のものにおいて、凹部の空間に電解質を保持し、上記電解質を電解質マトリクスに供給するように構成したので、一層多量の電解質保持が可能になり、燃料電池の長寿命化が可能になる。

【0096】請求項8記載の発明によれば、請求項1記載のものにおいて、バイポーラ板は、電極との対向部において燃料ガスと酸化剤ガスを積層方向で分離する平板状のバイポーラ板基板の両面に、電極周囲シール部並びに燃料および酸化剤ガスの給配のすべてのガスマニホールド周囲のシール部を一体物で構成した一体型ソフトフレームを接合して構成したので、部品数、組立工数を低減できると共に、ソフトフレームの接合に際し、位置決め精度が改善される。

【0097】請求項9記載の発明によれば、請求項1記載のものにおいて、バイポーラ板は、電極との対向部において燃料ガスと酸化剤ガスを積層方向で分離する平板状のバイポーラ板基板と、上記バイポーラ板基板の燃料電極側にそれぞれ接合され、電極面周囲シール部分と燃料ガスマニホールド周囲のシール部分を一体物で構成する棒状の燃料ガス用一体型ソフトフレームおよび酸化剤ガスマニホールド周囲のシール部分を構成する棒状のマニホールド用ソフトフレームと、上記バイポーラ板基板の酸化剤電極側にそれぞれ接合され、電極面周囲シール部分と酸化剤ガスマニホールド周囲のシール部分を一体物で構成する棒状の酸化剤ガス用一体型ソフトフレームおよび燃料ガスマニホールド周囲のシール部分を構成する棒状のマニホールド用ソフトフレームとを備えたので、それぞれのソフトフレームを例えば簡単な絞り加工等により容易に作製できる。

【0098】請求項10記載の発明によれば、平板を絞り加工して請求項8または9に記載の所定形状のソフトフレームを得る工程、上記ソフトフレームの少なくとも電極周囲のシール部にアルミニウムを拡散処理して電解質に対する防食層を得る工程、および上記ソフトフレームを請求項8または9に記載のバイポーラ板基板と接合する工程を順に施すので、電解質に接する部分に防食層を有するバイポーラ板を容易に得ることができる。

【0099】請求項11記載の発明によれば、電解質マトリクスを燃料電極および酸化剤電極で挟み、燃料電極に対向する燃料流路および酸化剤電極に対向する酸化剤流路にそれぞれ燃料ガスおよび酸化剤ガスを流通させて発電する単電池を、バイポーラ板を介して複数積層して成る燃料電池において、上記バイポーラ板は、上記電極との対向部において燃料ガスと酸化剤ガスを積層方向で分離する平板状のバイポーラ板基板、およびこのバイポ

ーラ板基板の両面に接合され少なくとも電極周囲のシール部分を形成するシールフレームを備えると共に、上記シールフレームはバイポーラ板基板と面接触する部分において複数の接合線により接合されているので、確実に接合でき、接合不良、腐食等による接合部からのガス洩れが抑制できる。

【0100】請求項12記載の発明によれば、請求項11記載のものにおいて、複数の接合線は相互に交差しているため、より確実に接合でき、接合不良、腐食等による接合部からのガス洩れが抑制できる。

【0101】請求項13記載の発明によれば、バイポーラ板は、上記電極との対向部において燃料ガスと酸化剤ガスを積層方向で分離する平板状のバイポーラ板基板、およびこのバイポーラ板基板の両面に接合され少なくとも電極周囲のシール部分を形成するシールフレームを備えると共に、上記バイポーラ板基板は燃料ガス雰囲気と接する領域の表面に耐食層を有しており、上記バイポーラ板基板の耐食層における上記シールフレームの接合は、上記シールフレームがバイポーラ板基板の耐食層と面接触する部分において行われ、かつその接合部分の接合材料の溶け込みは上記耐食層を貫いているため、確実に接合でき、接合不良、腐食等による接合部からのガス洩れが抑制できる。

【0102】請求項14記載の発明によれば、電解質マトリクスを燃料電極および酸化剤電極で挟み、燃料電極に対向する燃料流路および酸化剤電極に対向する酸化剤流路にそれぞれ燃料ガスおよび酸化剤ガスを流通させて発電する単電池を、バイポーラ板を介して複数積層して成る積層電池、並びに上記燃料ガス流路および酸化剤ガス流路に燃料ガスおよび酸化剤ガスをそれぞれ供給、排出する燃料ガス給排マニホールドおよび酸化剤ガス給排マニホールドを備える燃料電池において、上記燃料電極部に隣接する燃料側シール部と、上記燃料側シール部に電解質マトリクスを介し相対して設けられ上記酸化剤電極部に隣接する酸化剤側シール部との位置関係において、各シール部とこれらのシール部に隣接する各電極との間の各境界線は、上記電解質マトリクス平面においてずれているため、それぞれの境界線上において、電解質マトリクスを支持する片面は常に断差の無い平面であり、ガスシール部分とアクティブエリア部分との高さの断差による電解質マトリクスのクラック発生が大きく軽減され、安定した電池特性を得ることができる。

【0103】請求項15記載の発明によれば、請求項14記載のものにおいて、燃料ガス給排マニホールドおよび酸化剤ガス給排マニホールドは、積層電池内で隣接する単電池に連通した孔で構成される内部マニホールドであるため、クラックの無い電解質マトリクスよりなるウェットシールにより十分なガスシール機能が得られ、ガス漏れ量の極めて小さいマニホールドを形成できる。

【0104】請求項16記載の発明によれば、請求項1

4 または 15 記載のものにおいて、燃料電極部に隣接する燃料側シール部の幅を、上記燃料側シール部に電解質マトリクスを介し相対して設けられた酸化剤電極部に隣接する酸化剤側シール部の幅より大きくしたので、漏れた場合に、より危険で電池特性の低下が大きい燃料ガスのシールがより確実となる。

【0105】請求項 17 記載の発明によれば、電解質保持材に電解質を保持する電解質マトリクスを燃料電極および酸化剤電極で挟み、燃料電極に対向する燃料流路および酸化剤電極に対向する酸化剤流路にそれぞれ燃料ガスおよび酸化剤ガスを流通させて発電する単電池を、バイポーラ板を介して複数積層して成る積層電池、並びに上記積層電池内で隣接する単電池に連通した孔で構成され、上記燃料ガス流路および酸化剤ガス流路に燃料ガスおよび酸化剤ガスをそれぞれ供給、排出するための燃料ガス給排マニホールドおよび酸化剤ガス給排マニホールドを備え、上記バイポーラ板は、電極との対向部において燃料ガスと酸化剤ガスを積層方向で分離するバイポーラ板基板の両側に配置され電極周囲およびマニホールド周囲のシール部分を形成するソフトフレームを有する内部マニホールド方式の熔融炭酸塩型燃料電池において、上記マニホールド周囲のシール部分は多孔性ガスケット材料および上記ソフトフレームの内部に保持され燃料電池の動作温度において液状となり上記多孔性ガスケット材料内部の空隙に保持される電解質よりなるので、燃料電池の昇温時に迅速にマニホールドのガスシール性を確立できると共に、ガスシール部分の電解質マトリクスに必要とされる電解質をソフトフレーム内に十分保持可能であり、別途新たなまたは複雑なスペース・構造を必要としない十分なシール性が得られる。さらに、マニホールドシール部分と電池部分とで同じ電解質を用いるので、両電解質の反応によるロスが無い。

【0106】請求項 18 記載の発明によれば、請求項 17 記載のものにおいて、多孔性ガスケット材料は電解質保持材と同じ材料よりなるので、材質として電解質に対して極めて安定であると共に、2 枚のバイポーラ板間に挟まれる物質は電池反応面およびシール面においてすべて同一であるため、電解質マトリクスと多孔性ガスケット材料との機械的性質が同じとなり、片縮み等が無く、全面に均一なシール特性を得ることができる。

【0107】請求項 19 記載の発明によれば、請求項 1 記載のものにおいて、電解質マトリクスは電極部およびその周囲のシール部に対向して配置され、マニホールド周囲のシール部には電解質を含まないマニホールドガスケット材料が対向して配置されているので、電解質によるウェットシールを用いずにマニホールドのガスシール部分のシール性を形成することが可能となり、電解質による部材の腐食、電解質の移動に基づく電解質欠乏によるガスシール性の低下、等の問題が無く、長期にわたって安定したガスシール性を得ることができる。

【0108】請求項 20 記載の発明によれば、請求項 19 記載のものにおいて、マニホールドガスケット材料は、多孔性ガスケット材料および燃料電池の動作温度において液状となり上記多孔性ガスケット材料の内部の空隙に保持されるウェットシール物質よりなるので、ガスケットの空隙が液体により埋められより良いガスシール性を得ることができる。なお、請求項 1 記載のものではアクティブエリア周囲のシール部分とマニホールドシール部分とを分離しており、ウェットシール物質としてはマトリクスに保持される電解質とは異なるものを用いることができ、この部分の電解質による腐食の問題が解消される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】実施例 1 によるバイポーラ板の燃料ガス側の面を示す分解斜視図である。

【図 2】実施例 1 によるバイポーラ板の酸化剤ガス側の面を示す分解斜視図である。

【図 3】図 1 で示したバイポーラ板の A-A 線断面図である。

【図 4】図 3 で示したバイポーラ板の接合部分を B 方向より見た平面図である。

【図 5】実施例 2 によるバイポーラ板の接合部分を示す平面図である。

【図 6】実施例 4 によるバイポーラ板の燃料ガス側の面を示す分解斜視図である。

【図 7】実施例 5 によるガスマニホールドのソフトフレーム内部に設けた電解質リザーバの構造を示す断面図である。

【図 8】実施例 8 によるアクティブエリアの電極面に隣接するガスシール部分の構造を示す断面図である。

【図 9】本発明の実施例 9 による外部マニホールド方式の並行流型のバイポーラ板を酸化剤側から示す平面図である。

【図 10】本発明の実施例 10 による並行流または対向流型のバイポーラ板を示し、(a) は平面図、(b) は (a) の B-B 線断面図である。

【図 11】従来のバイポーラ板を示す分解斜視図である。

【図 12】図 11 で示したバイポーラ板において A-A 線断面を燃料電池積層状態において拡大して見た断面図である。

【図 13】他の従来のバイポーラ板の斜視図である。

【符号の説明】

- 1 バイポーラ板基板
- 4 酸化剤ガス供給マニホールド
- 5 燃料ガス供給マニホールド
- 6 酸化剤ガス排出マニホールド
- 7 燃料ガス排出マニホールド
- 12 電池反応領域
- 13 燃料ガス用一体型ソフトフレーム

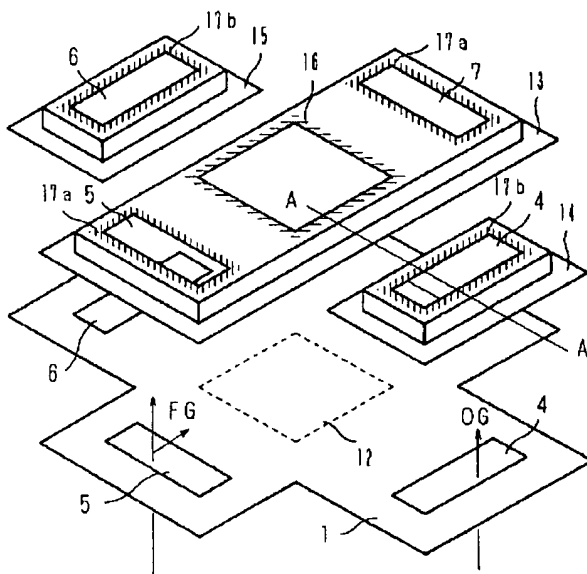
31

32

- 14 酸化剤ガス入口マニホールド用ソフトフレーム
- 15 酸化剤ガス出口マニホールド用ソフトフレーム
- 16 電池反応領域周囲シールエリア
- 17 a、b マニホールド周囲シールエリア
- 19 凹部充填用平板型スペーサ
- 20 酸化剤ガス側電極
- 21 酸化剤ガス用一体型ソフトフレーム
- 23 凹部充填用コルゲート型スペーサ
- 25 燃料ガス側電極
- 27 a～d 燃料ガス用平板型スペーサ
- 28 a～d 酸化剤ガス用平板型スペーサ
- 28 e 電解質を保持する酸化剤ガス用平板型スペーサ*

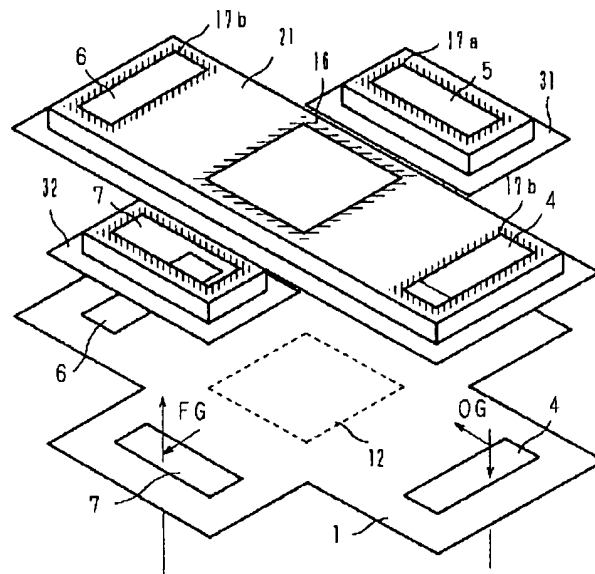
- * 29 a～c 溶接線
- 30、30 a、b 電解質マトリクス
- 31 燃料ガス入口マニホールド用ソフトフレーム
- 32 燃料ガス出口マニホールド用ソフトフレーム
- 33 電解質連通部材
- 34 a～d 酸化剤ガス用コルゲート型スペーサ
- 36 全部品一体型燃料ガス用ソフトフレーム
- 37 a、b 酸化剤ガス側外部マニホールド
- 38 a、b 燃料ガス側外部マニホールド
- 10 OG 酸化剤ガス
- FG 燃料ガス

【図1】



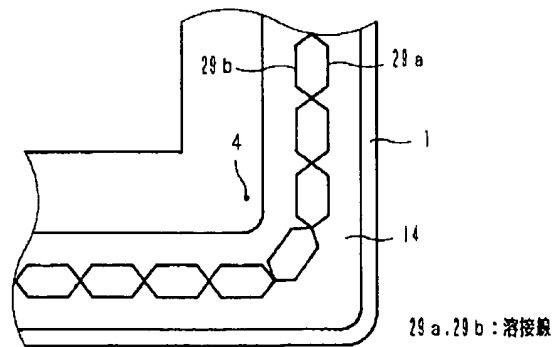
- 1: バイポーラ板基板
- 4, 6: 酸化剤ガスマニホールド
- 5, 7: 燃料ガスマニホールド
- 12: 電池反応領域
- 13: 燃料ガス用一体型ソフトフレーム
- 14, 15: 酸化剤ガスマニホールド用ソフトフレーム
- 16: 電池反応面周囲シールエリア
- 17 a, 17 b: マニホールド周囲シールエリア
- OG: 酸化剤ガス
- FG: 燃料ガス

【図2】



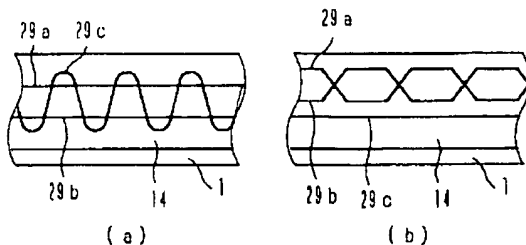
- 21: 酸化剤ガス用一体型ソフトフレーム
- 31, 32: 燃料ガスマニホールド用ソフトフレーム

【図4】



29 a, 29 b: 溶接線

【図5】

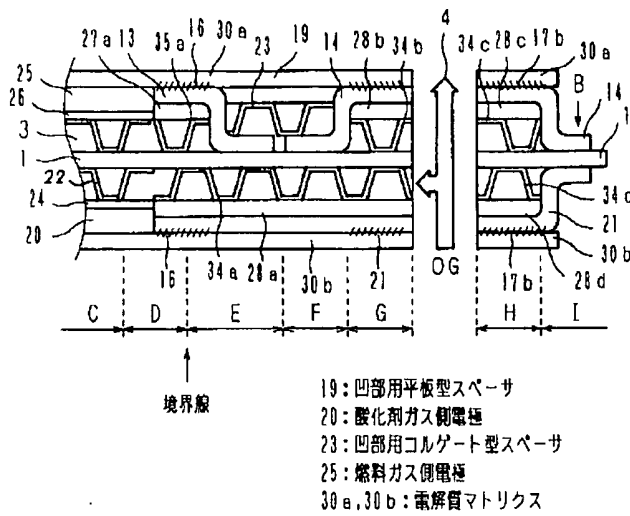


(a)

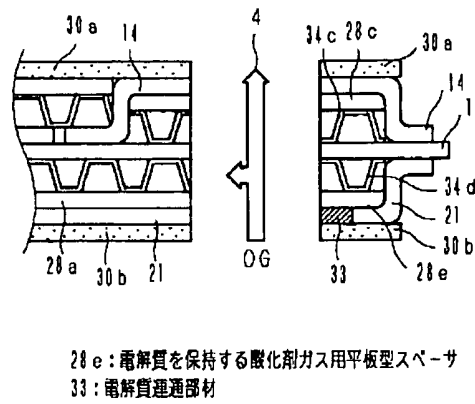
(b)

29 c: 溶接線

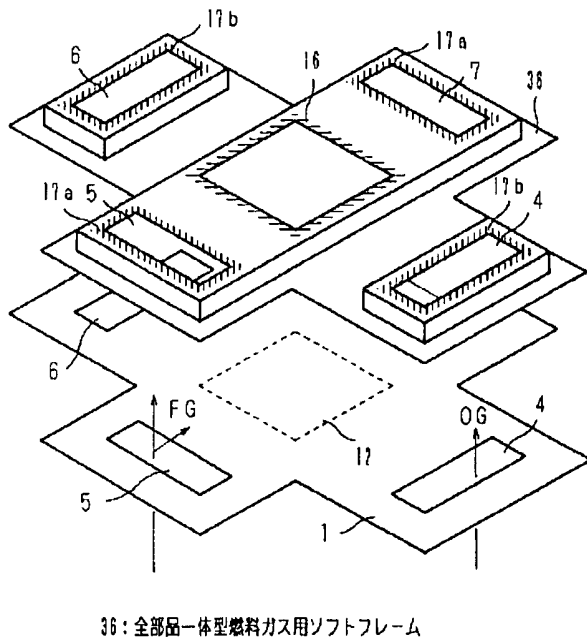
【図3】



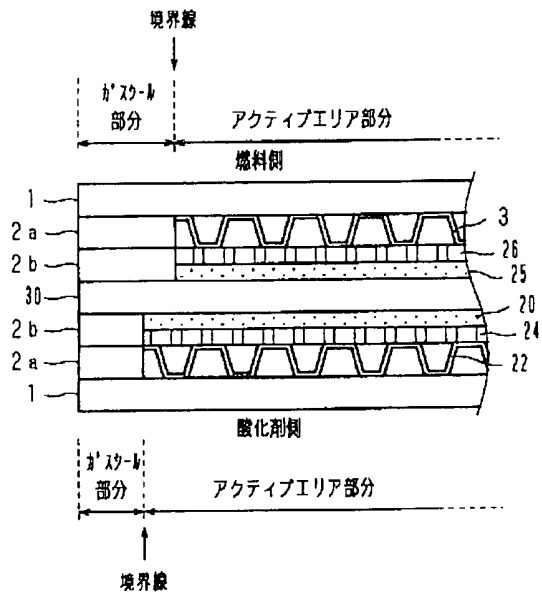
【図7】



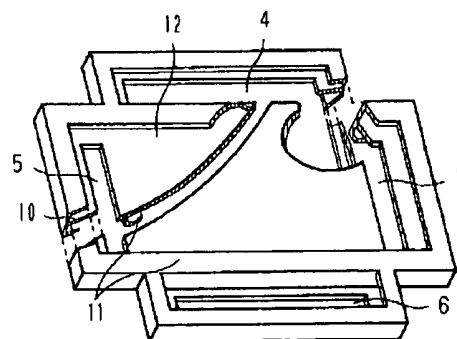
【図6】



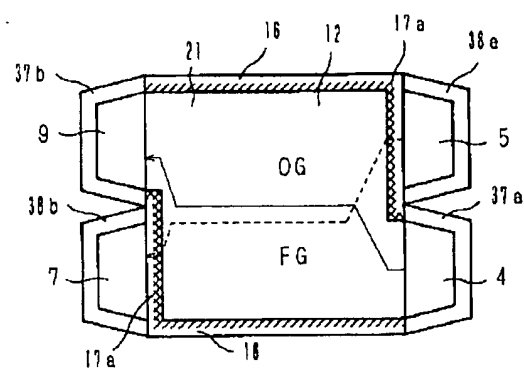
【図8】



【図13】

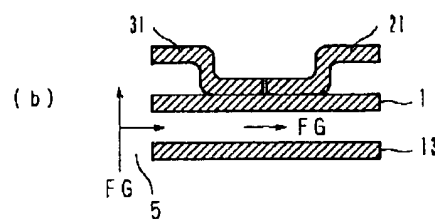
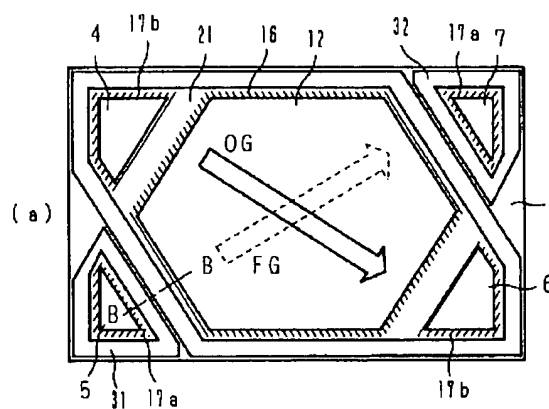


【図9】

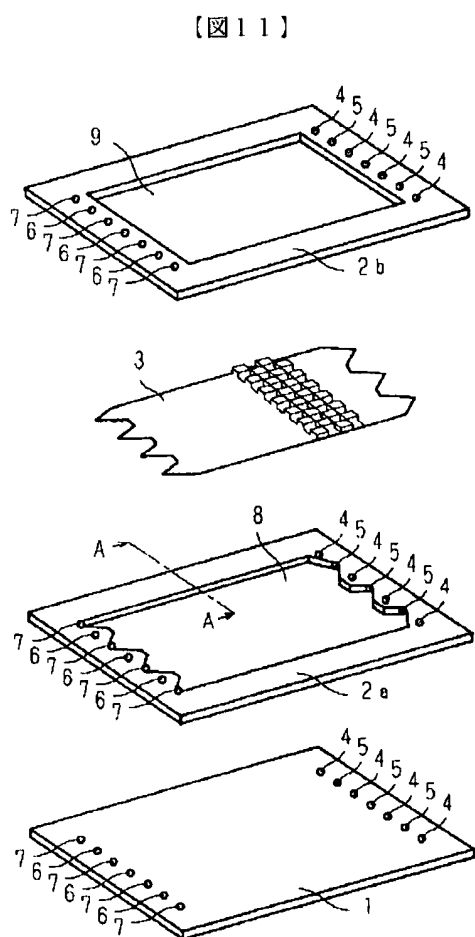
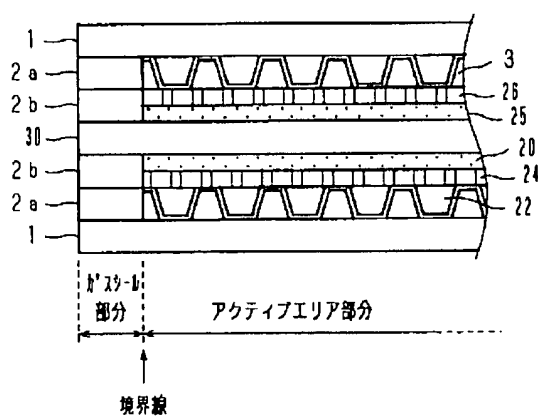


37a, 37b: 酸化剤ガス側外部マニホールド
 38a, 38b: 燃料ガス側外部マニホールド

【図10】



【図12】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 M 8/24		S 9444-4K		
(72)発明者 菊岡 泰平 大阪市北区中之島 3 丁目 3 番 22 号 関西電 力株式会社内			(72)発明者 篠木 俊雄 尼崎市塚口本町 8 丁目 1 番 1 号 三菱電機 株式会社中央研究所内	
(72)発明者 岡田 達典 尼崎市塚口本町 8 丁目 1 番 1 号 三菱電機 株式会社中央研究所内			(72)発明者 向井 正啓 尼崎市塚口本町 8 丁目 1 番 1 号 三菱電機 株式会社生産技術研究所内	
(72)発明者 松村 光家 尼崎市塚口本町 8 丁目 1 番 1 号 三菱電機 株式会社中央研究所内			(72)発明者 八木 哲也 尼崎市塚口本町 8 丁目 1 番 1 号 三菱電機 株式会社中央研究所内	